·论著·

# 基于红外线热成像技术探索"按之则热气至"的按压次数－热效应机制研究

黄帆[1]，郑贝思[2]，黄嘉莹[1]，黄芊莹[3]，李涛[4]，吴山[1]，林嬿钊[1*]，范志勇[1*]

【摘要】 **背景** 推拿量效关系的客观测量方法越来越多，但将红外线热成像技术与推拿量效关系结合的研究较少。**目的** 通过对比不同的叠掌按压法次数（3、5、7次）下治疗区域温度值、肌张力、压痛阈值变化，为红外线热成像技术运用于推拿量效关系提供依据。**方法** 于2021-06-17—12-24在广东省中医院大德路总院推拿科招募18例胸椎小关节紊乱（病变节段在T3~T4）患者。将患者分为按压7次组（$n$=6）、按压5次组（$n$=6）、按压3次组（$n$=6），接受叠掌按压法治疗，次数分别为7、5、3次。采用红外线热成像仪获取患者全身的红外热像图，提取病变区域的平均温度值；运用软组织张力测试分析系统测量病变胸椎处旁竖脊肌的肌张力；运用痛阈测定仪测量病变胸椎棘突旁体表部位的压痛阈值。**结果** 按压3次组干预后的T3棘突右旁开0.5寸（T3 R）温度值及T4棘突右旁开0.5寸（T4 R）温度值均低于干预前（$P$<0.05）。干预后，三组T3棘突左旁开0.5寸（T3 L）在0.2 kg的力下肌张力、T3 R在0.2 kg的力下肌张力、T4棘突左旁开0.5寸（T4 L）在0.2 kg的力下肌张力、T4 L在0.5 kg的力下肌张力、T4 L在0.8 kg的力下肌张力、T4 R在0.2 kg的力下肌张力、T4 R在0.5 kg的力下肌张力比较，差异均有统计学意义（$P$<0.05）。按压3次组干预后T3 L、T3 R、T4 L、T4 R压痛阈值低于干预前（$P$<0.05）。按压7次组干预后T3 L、T3 R压痛阈值低于干预前（$P$<0.05）。三组患者在接受治疗时均未出现不良情况。**结论** 按压次数较少可能产生较好的疗效。红外线热成像技术作为推拿的量效关系的测量方式仍需要进一步的研究。结合本研究的问题可进一步为红外线热成像与推拿的关系提供研究思路。

【关键词】 推拿疗法；红外线热成像；热效应；手法；次数

【中图分类号】 R 244.1 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0858

【引用本文】 黄帆，郑贝思，黄嘉莹，等.基于红外线热成像技术探索"按之则热气至"的按压次数－热效应机制研究［J］.中国全科医学，2023.［Epub ahead of print］.DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0858.［www.chinagp.net］

HUANG F，ZHENG B S，HUANG J Y，et al. Warm Qi arrives after Tuina：dose-effect association between number of Tuina and warming effect measured using infrared thermal imaging［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］.

**Warm Qi Arrives after Tuina：Dose-effect Association between Number of Tuina and Warming Effect Measured Using Infrared Thermal Imaging**

*HUANG Fan*[1]，*ZHENG Beisi*[2]，*HUANG Jiaying*[1]，*HUANG Qianying*[3]，*LI Tao*[4]，*WU Shan*[1]，*LIN Yanzhao*[1*]，*FAN Zhiyong*[1*]

*1.The Second Clinical Medical School of Guangzhou University of Chinese Medicine，Guangzhou 510405，China*

*2.The Third School of Clinical Medicine，Zhejiang Chinese Medical University，Hangzhou 310053，China*

*3.The Fifth Clinical Medical School of Guangzhou University of Chinese Medicine，Guangzhou 510405，China*

*4.Department of Physiotherapy，Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine，Guangzhou 510120，China*

*[*]Corresponding authors：LIN Yanzhao，Chief physician；E-mail：linyanzhao@163.com；*

*FAN Zhiyong，Associate chief physician；E-mail：fzystrong@163.com*

*HUANG Fan and ZHENG Beisi are co-first authors*

---

**基金项目：林氏正骨推拿流派传承工作室（E43611）；大学生创新创业省级训练项目（No.202010572113）**

中国临床试验注册中心注册号：ChiCTR2100049415

1.510405 广东省广州市，广州中医药大学第二临床医学院 2.310053 浙江省杭州市，浙江中医药大学第三临床医学院 3.510405 广东省广州市，广州中医药大学第五临床医学院 4.510120 广东省广州市，广东省中医院理疗科

[*]通信作者：林嬿钊，主任医师；E-mail：linyanzhao@163.com；

范志勇，副主任医师；E-mail：fzystrong@163.com

黄帆和郑贝思为共同第一作者

本文数字出版日期：2023-04-26

【Abstract】 **Background** An increasing number of objective measurements are used to explore the dose-effect relationship of Tuina, but infrared thermal imaging has been rarely used. **Objective** To compare the temperature, muscle tone and pain threshold in the lesion area yielded by different times (3, 5 and 7) of Tuina with cross-palm pressing manipulation using infrared thermal imaging, providing a basis for the use of infrared thermal imaging to study the dose-effect of Tuina. **Methods** Eighteen patients with thoracic facet joint disorder (T3-T4) who visited Tuina Department, Guangdong Provincial Hospital of Chinese Medicine (Dade Road Main Hospital) from 17th June, 2021 to 24th December, 2021 were recruited and randomized into three groups by the number of Tuina with cross-palm pressing manipulation: 7-time group ($n$=6), 5-time group ($n$=6) and 3-time group ($n$=6). The infrared thermal imager was utilized to obtain a full body infrared thermogram, and extract the average temperature in the lesion area. The muscle tone of the erector spinae muscle adjacent to the affected thoracic vertebrae was measured by the tissue tension test. The pain pressure threshold of the site adjacent to paraspinal process of the affected thoracic vertebra was measured by the pain-threshold analyzer. **Results** After intervention, the temperature on the site 0.5 inch to the right spinous process of T3 (T3 R) or T4 (T4 R) in 3-time group decreased significantly ($P$<0.05). After intervention, there were statistically significant differences among the three groups in muscle tension on the site 0.5 inch to the left spinous process of T3 (T3 L) at 0.2 kg, T3 R at 0.2 kg, on the site 0.5 inch to the left spinous process of T4 (T4 L) at 0.2 kg, T4 L at 0.5 kg, T4 L at 0.8 kg, T4 R at 0.2 kg, or T4 R at 0.5 kg ($P$<0.05). The pain pressure threshold of T3 L, T3 R, T4 L, and T4 R was lowered significantly in 3-time group after intervention ($P$<0.05). The pain pressure threshold of T3 L and T3 R was lowered significantly in 7-time group after intervention ($P$<0.05). No adverse events were reported. **Conclusion** Fewer number of Tuina with cross-palm pressing manipulation may generate better improvement in clinical outcomes. Further research is required to explore the dose-effect of Tuina using the infrared thermal imaging, and our study may provide useful ideas for reference.

【Key words】 Tui Na therapy; Infrared thermal imaging; Hot effect; Manual; Frequency



脊柱小关节是由相邻椎体上下关节突及周围的软组织所构成，具有关节囊和滑膜，上下关节面覆盖有透明软骨，关节腔内有滑液[1]。当外力作用于胸椎时，小关节在负压作用下轻微半脱位，关节滑膜卡入半脱位的关节腔，导致疼痛和功能障碍[2]。长期反复发作将影响正常脊柱功能，并可能导致小关节内不同程度的退行性变[3]。在国外，尽管治疗呈指数增长，但干预措施的适应证和医学必要性，特别是针对小关节疼痛的干预措施仍存在争议[4]。在国内，脊柱小关节紊乱属于中医“骨错缝、筋出槽”范畴，岭南林氏正骨推拿流派创始人林应强教授以医武同源为学术思想，林氏传承人吴山教授在继承林老学术思想的同时，改良缓慢扳动技术，手法属低速低振幅，常采用慢扳手法进行矫正胸椎小关节紊乱，次数以 3~7 次作为扳动次数的常用范围[5]。

《素问·举痛论》曰：“寒气客于背俞之脉则血脉泣，脉泣则血虚，血虚则痛，其俞注于心，故相引而痛。按之则热气至，热气至则痛止矣。”此阐明按法的作用机制，解释按法的行气活血温经散寒的作用。WEERAPONG 等[6]认为手法产生的机械压力可能通过增加小动脉的压力使血流量增加，以及手法产生的摩擦力，引起皮肤温度增高。手法不仅通过力学发挥作用，还可以提升局部组织的温度，从生物热物理学方面起作用[7]。红外线热成像（infrared thermography，IRT）的原理是利用扫描器接收人体的热能辐射信号，经计算机重建出对应于人体所检查部位的细胞相对新陈代谢强度分布图测量热辐射源深度和数值[8]，其辅助临床工作者进行定量评估[9]。这项技术对于“按之则热气至”的指标测定具有借鉴意义。林氏正骨推拿流派在推拿领域影响深远，但是目前少见利用红外线断层成像系统深入研究推拿刺激量和效能之间的关系，量效提示手法的规范性，红外系统辅助临床疗效的评价，两者结合将为推拿的量化研究带来新的启发与思路。

目前基于温度值体现推拿的量效关系的研究较少。因此，本研究利用红外热成像技术和 MFF 多点薄膜压力测量仪器。根据宋其良等[10]研究，T3~T4 节段的胸椎小关节紊乱的患病率较多，故选择病变节段在 T3~T4 的志愿者。18 例胸椎小关节紊乱患者施以不同的叠掌按压频率，采集并分析治疗前后的病变区域热像图上的温度值，结合患者肌张力、痛阈，探究叠掌按压法治疗胸椎小关节紊乱的力学规律。

## 1 对象与方法

1.1 研究设计 前瞻性随机对照实验[11]。

1.2 研究对象 严格按照纳入与排除标准，于 2021-06-17—12-24 在广东省中医院大德路总院推拿科招募 18 例胸椎小关节紊乱患者，试验在广东省中医院大德路总院推拿科、治未病中心、广东省高尚医学影像中心进行。本研究获得广东省中医院伦理委员会批准（伦理号：YF2021-110-01），受试者均在进入试验前签署知情同意书。

1.3 诊断、纳入与排除标准

1.3.1 胸椎小关节紊乱诊断标准 依据《推拿学》第二版[12]制定。

1.3.1.1 临床症状 （1）胸背部急、慢性损伤后出现疼痛，活动头、颈、胸部病损处有牵扯样痛，并可伴有前胸、颈、肩、上肢痛，翻身困难以及头昏痛、胸闷、心悸等脊神经、交感神经、椎动脉受压迫刺激引起的一系列临床表现；（2）查体有胸椎棘突偏移、椎体压痛，可触及条索状紧张、痉挛的椎旁肌束，慢性者可触及黏连、增生改变的皮下结节；（3）部分患者可出现脊柱水平面有关脏腑反射性疼痛，或者病变胸椎胸神经节段支配的脏腑发生的相应症状。

1.3.1.2 常规体征 （1）脊柱病变节段可触及偏歪的棘突，表现为一侧偏突，而对侧空虚感；（2）脊柱病变节段后关节处有明显压痛，多数为一侧，少数为两侧。

1.3.1.3 影像学检查 （1）胸椎 X 线检查可有胸椎棘突偏移 >1 mm 或椎体前后缘和小关节突骨质增生等退行性变征象改变；（2）X 线片可排除骨折及其他骨质病变；（3）严重者可见脊柱侧弯，棘突偏歪等改变。患者均于广东省高尚医学影像中心完善胸椎正侧位片。

1.3.2 纳入标准 （1）符合胸椎小关节紊乱的诊断标准；（2）年龄 18~50 岁，性别不限；（3）病变节段在 T3~T4 节段；（4）（慢性病程）3 个月以上[13]；（5）疼痛视觉模拟量表（VAS）评分 5~7 分[14-15]；（6）无器质性病变、精神病病史、家族遗传病病史、创伤性疾病；（7）依从性高；（8）自愿参加本试验，签署知情同意书。

1.3.3 排除标准 （1）不耐受手法治疗；（2）胸椎侧凸（Cobb 角 >20°）[13]、骨质疏松、脊椎骨折等疾病或脊椎手术病史；（3）合并严重心脑血管、消化系统、呼吸系统、泌尿系统、血液病等疾病；（4）妊娠期、哺乳期女性。

1.3.4 剔除及脱落标准 （1）纳入后不能按照试验方案完成实施的患者；（2）自行退出试验，或拒绝参与相关检查者；（3）患者主动撤回知情同意书。

1.3.5 中止标准 （1）治疗期间出现严重不良反应者；（2）研究过程中出现其他需要处理的疾病，必须采取紧急措施，无法继续治疗者。

1.4 材料 MFF 多点薄膜测量仪器（试验选用：厚度 0.2 mm、长度 67 mm、宽度 33 mm、感应面积直径 25.4 mm 的 401 型压应力薄膜传感器，公司：上海邑成测试设备有限公司），痛阈测定仪（型号：YT-10C，由中科院和天津明通世纪科技有限责任公司发明研制），红外线热成像仪（热断层扫描系统，型号：TSI-2000），软组织张力测试分析系统（天津明通世纪科技有限公司生产，型号：JZL-III 型）。

1.5 方法

1.5.1 分组 根据内对照[16]的方法及临床实际情况，研究的暴露变量（按压次数）为定量变量，将暴露分成不同水平，以最低水平暴露的人群作为对照组。在临床实际中，常见的为按压 3、5、7 次出现正骨音，余次数出现正骨音较罕见，故以叠掌按压法的次数为 7 次者作为按压 7 次组，以叠掌按压法的次数为 5 次者作为按压 5 次组，以叠掌按压法的次数为 3 次者作为按压 3 次组。

1.5.2 影像学检查 正式试验开始前，患者在广东省高尚医学影像诊断中心拍摄胸椎正侧位片。拍摄时采用仪器为苏州富士胶片映像 X 线附属设备（扫描时 X 线参数为 75 kV，320 mAs）。

1.5.3 治疗方法 采用叠掌按压法：患者取俯卧位，头转向患侧，双臂自然放于床的两侧。医者立其侧，双掌相叠，置于患者病变胸椎处（T3~T4），令患者深吸气，至呼气末时医者用寸劲向下按压。按压过程可听到胸椎小关节“咔哒”响声或手下胸椎小关节移动感，手法结束。慢扳法见图 1。每组按压的次数有所不同。



**图 1** 垫枕俯卧叠掌按压

**Figure 1** Tuina with cross-palm pressing manipulation in prone position on the mat

1.6 观察指标 主要观察指标为红外线热成像温度值、压痛阈值、肌张力。

1.6.1 温度变化幅度 t 采用红外线热成像仪获取患者全身的红外热像图，提取病变区域的平均温度值（T3~T4 上下一位椎体之间，两侧肩胛线范围内的温度值）及 T3、T4 棘突左右各旁开 0.5 寸区域的温度值。

1.6.2 痛阈 运用痛阈测定仪在病变胸椎棘突旁的体表部位进行刺激，从最小刺激力开始逐次加量，直到患者感受到痛觉所需刺激力的数值，记为痛阈值。

1.6.3 肌张力 运用软组织张力测试分析系统测量病变胸椎处旁竖脊肌的肌张力。

1.6.4 安全性评价 治疗过程主要不良事件包括软组织损伤、皮肤破损及瘀斑、疼痛、骨折脱位、脊髓损伤、晕厥。

1.7 统计学分析 全部资料均采用 SPSS 22.0 统计软件（美国 IBM 公司）进行分析。正态分布的计量资料采

用（$\bar{x}\pm s$）表示，三组间比较采用方差分析，组内自身干预前后比较采用配对 *t* 检验；偏态分布的计量资料采用 $M$（$P_{25}$，$P_{75}$）表示，三组间比较采用秩和检验，组内自身干预前后比较采用配对秩和检验。计数资料以相对数表示，组间比较采用 $\chi^2$ 检验。拟定检验水准双侧 $\alpha$=0.05。

## 2 结果

2.1 参与者数量分析 在招募过程中，共计 18 例患者符合试验纳入标准，最后将纳入的 18 例患者进行分组，按压 7 次组为 6 例，按压 5 次组为 6 例，按压 3 次组为 6 例。进入试验观察阶段，各组患者均参与试验全过程。试验完成情况符合试验计划要求，能有效保障结果的可信度。

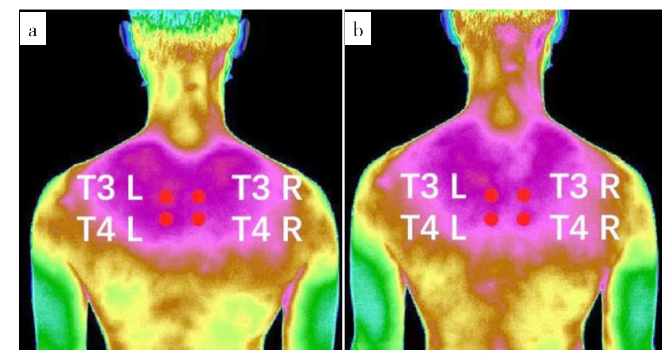
2.2 三组患者基线资料比较 按压 7 次组中男 3 例、女 3 例，平均年龄（23.2±2.6）岁，平均身高（170.2±5.7）cm，平均体质量（54.5±5.8）kg；按压 5 次组中男 4 例、女 2 例，平均年龄（21.3±0.8）岁，平均身高（169.3±8.6）cm，平均体质量（64.0±10.4）kg；按压 3 次组中男 2 例、女 4 例，平均年龄（24.7±4.8）岁，平均身高（165.5±6.7）cm，平均体质量（59.0±20.4）kg。三组患者性别、年龄、身高、体质量比较，差异均无统计学意义（$\chi^2$=1.33，$F$=1.66，$F$=0.74，$F$=0.73，$P$>0.05），具有可比性。

2.3 观察指标

2.3.1 患者影像学检查 患者均未发现椎侧凸（Cobb 角 >20°）、骨质疏松、脊椎骨折等影像学特征。

2.3.2 红外线热成像温度值比较 干预后，三组病变区域的平均温度值、T3 棘突左旁开 0.5 寸（T3 L）温度值、T3 棘突右旁开 0.5 寸（T3 R）温度值，T4 棘突左旁开 0.5 寸（T4 L）温度值、T4 棘突右旁开 0.5 寸（T4 R）温度值比较，差异均无统计学意义（$P$>0.05）。按压 3 次组干预前后的 T3R 温度值及 T4R 温度值比较，差异均有统计学意义（$P$<0.05）。三组干预前后病变区域的平均温度值〔0（-0.42，0.25）〕、T3 L 温度值〔0.11（-0.25，0.20）〕、T3 R 温度值〔-0.18（-0.42，0.02）〕、T4 L 温度值〔0.04（-0.23，0.12）〕、T4 R 温度值〔-0.09（-0.22，0.07）〕的差值比较，差异均无统计学意义（$H$=2.54、1.31、1.81、0.95、5.72，$P$>0.05），见表 1 和图 2。

2.3.3 肌张力比较 干预后，三组 T3 L 在 0.2 kg 的力下肌张力、T3 R 在 0.2 kg 的力下肌张力、T4 L 在 0.2 kg 的力下肌张力、T4 L 在 0.5 kg 的力下肌张力、T4 L 在 0.8 kg的力下肌张力、T4 R 在0.2 kg的力下肌张力、T4 R 在0.5 kg 的力下肌张力比较，差异均有统计学意义（$P$<0.05）。




注：图中 T3 L、T3 R、T4 L、T4 R 所形成区域为目标测量区域；a 为手法治疗前患者红外热像图，b 为手法治疗后患者红外热像图。

**图 2** 患者红外热像图

**Figure 2** Infrared thermal images in patient

**表 1** 三组患者温度值比较〔$M$（$P_{25}$，$P_{75}$）〕

**Table 1** Comparison of the body temperature of three groups

| 组别 | 例数 | 病变区域的平均温度值 | | | | T3 L 温度值 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 干预前 | 干预后 | Z 值 | P 值 | 干预前 | 干预后 | Z 值 | P 值 |
| 按压 3 次组 | 6 | 32.65（29.24，33.50） | 32.29（29.31，33.12） | -1.57 | 0.116 | 33.07（29.89，33.92） | 32.86（30.21，33.52） | -0.73 | 0.463 |
| 按压 5 次组 | 6 | 32.01（31.13，32.42） | 31.99（31.15，32.40） | -0.37 | 0.715 | 32.50（31.46，32.68） | 32.47（31.68，32.71） | -0.94 | 0.345 |
| 按压 7 次组 | 6 | 32.88（32.10，33.44） | 33.06（31.76，33.75） | -0.42 | 0.674 | 33.32（32.68，34.03） | 33.33（32.17，34.25） | -0.31 | 0.753 |
| H 值 | | 2.46 | 2.65 | | | 4.53 | 2.12 | | |
| P 值 | | 0.292 | 0.266 | | | 0.103 | 0.347 | | |

| 组别 | T3 R 温度值 | | | | T4 L 温度值 | | | | T4 R 温度值 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 干预前 | 干预后 | Z 值 | P 值 | 干预前 | 干预后 | Z 值 | P 值 | 干预前 | 干预后 | Z 值 | P 值 |
| 按压 3 次组 | 33.21（30.70，33.80） | 32.73（30.47，33.39） | -1.99 | 0.046 | 33.31（31.43，33.93） | 32.99（31.29，33.72） | -1.05 | 0.293 | 33.43（31.57，33.93） | 32.99（31.30，33.71） | -2.20 | 0.028 |
| 按压 5 次组 | 32.54（31.43，33.06） | 32.33（31.50，32.64） | -1.15 | 0.249 | 32.58（31.81，32.91） | 32.51（31.78，32.95） | -0.21 | 0.833 | 32.52（31.76，32.81） | 32.71（31.68，32.80） | -0.52 | 0.600 |
| 按压 7 次组 | 33.37（32.56，34.22） | 33.34（32.18，34.22） | -0.63 | 0.528 | 33.42（33.11，34.17） | 33.68（32.63，34.21） | -0.94 | 0.345 | 33.60（32.88，34.14） | 33.74（32.51，34.23） | -0.11 | 0.917 |
| H 值 | 2.82 | 2.77 | | | 4.92 | 4.86 | | | 4.39 | 3.55 | | |
| P 值 | 0.244 | 0.250 | | | 0.085 | 0.088 | | | 0.111 | 0.169 | | |

注：T3 L=T3 棘突左旁开 0.5 寸，T3 R=T3 棘突右旁开 0.5 寸，T4 L=T4 棘突左旁开 0.5 寸，T4 R=T4 棘突右旁开 0.5 寸。

干预前后，按压 7 次组的 T3 L 在 0.2 kg、0.5 kg 的力下肌张力比较，差异有统计学意义（$P<0.05$），见表 2。

2.3.2 压痛阈值比较 干预后，三组 T3 L 压痛阈值、T3 R 压痛阈值，T4 L 压痛阈值、T4 R 压痛阈值比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。按压 3 次组干预前后 T3 L、T3 R、T4 L、T4 R 压痛阈值比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。按压 7 次组干预前后 T3 L、T3 R 压痛阈值比较，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。三组干预前后的 T3 L〔-18.25（-24.28，-7.30）〕、T3 R〔-13.35（-24.40，-2.33）〕、T4 L〔-14.15（-19.35，-4.50）〕、T4 R〔-13.70（-18.30，-0.48）〕压痛阈值的差值比较，差异均无统计学意义（$H$=3.87、3.83、2.75、3.19，$P>0.05$），见表 3。

2.3.4 安全性评价 18 例患者全部完成试验，无脱落病例。三组患者在接受治疗时均未出现不良情况，整个治疗过程中未发生严重不良反应，手法治疗是安全的。

## 3 讨论

本研究结果表明，治疗后按压 3 次组的各项压痛阈值较治疗前相比有差异；治疗后按压 7 次组在 T3 棘突两侧较治疗前有差异；按压 5 次组治疗前后的压痛阈值未见明显改善。按压 3 次组治疗后在 T3 及 T4 棘突右侧区域的温度值较治疗前有差异。在肌张力方面，按压 3 次组对肌张力改善有统计学意义，且按压 7 次组的 T3 L 在 0.2、0.5 kg 的力下肌张力在干预后相对有所改善。

3.1 测定手法不同次数-热效应的重要意义 《素问·调经论》曰："寒湿之中人也，皮肤不收，肌肉坚紧，营

**表 2** 三组患者不同压力下肌张力比较〔$M$（$P_{25}$，$P_{75}$）〕

**Table 2** Comparison of the muscle tone under different pressure conditions of three groups

T3 L 肌张力

| 组别 | 例数 | 0.2 kg 位移 干预前 | 0.2 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.5 kg 位移 干预前 | 0.5 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.8 kg 位移 干预前 | 0.8 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 按压 3 次组 | 6 | 5.99（5.59，7.93） | 6.94（6.47，7.35） | -0.52 | 0.600 | 7.97（6.97，10.82） | 8.34（7.32，8.71） | -0.11 | 0.917 | 9.07（8.36，12.26） | 9.07（7.88，9.55） | -0.42 | 0.674 |
| 按压 5 次组 | 6 | 6.08（5.66，6.43） | 5.00（0.33，6.28） | -1.36 | 0.173 | 7.97（7.49，8.59） | 7.48（6.95，8.73） | -0.94 | 0.345 | 9.11（8.44，9.79） | 8.64（7.94，10.04） | -0.73 | 0.463 |
| 按压 7 次组 | 6 | 7.08（5.94，7.70） | 8.04（7.35，8.26） | -1.78 | 0.075 | 8.22（7.37，9.05） | 8.78（8.12，9.18） | -1.15 | 0.249 | 9.21（8.38，10.07） | 9.32（8.64，9.85） | -0.11 | 0.917 |
| $H$ 值 | | 2.26 | 9.58 | | | 0.08 | 3.24 | | | 0.08 | 0.64 | | |
| $P$ 值 | | 0.323 | 0.008 | | | 0.960 | 0.198 | | | 0.960 | 0.728 | | |

T3 R 肌张力

| 组别 | 0.2 kg 位移 干预前 | 0.2 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.5 kg 位移 干预前 | 0.5 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.8 kg 位移 干预前 | 0.8 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 按压 3 次组 | 5.36（4.77，7.62） | 6.09（4.98，7.12） | -0.63 | 0.528 | 6.82（6.38，9.51） | 7.26（6.83，7.97） | -0.31 | 0.753 | 7.77（7.47，10.83） | 8.28（7.84，8.76） | -0.73 | 0.463 |
| 按压 5 次组 | 5.87（5.46，6.34） | 5.33（4.77，6.11） | -0.73 | 0.463 | 7.54（7.31，8.05） | 7.64（6.83，8.05） | -0.52 | 0.600 | 8.31（8.14，9.06） | 8.88（8.03，10.00） | -0.52 | 0.600 |
| 按压 7 次组 | 6.74（5.85，7.64） | 8.21（7.34，9.15） | -2.20 | 0.028 | 8.39（7.50，9.19） | 8.89（8.26，9.91） | -1.99 | 0.046 | 9.21（8.38，9.90） | 9.39（8.93，10.32） | -1.57 | 0.116 |
| $H$ 值 | 3.14 | 8.73 | | | 3.66 | 5.68 | | | 3.27 | 3.19 | | |
| $P$ 值 | 0.209 | 0.013 | | | 0.160 | 0.059 | | | 0.195 | 0.203 | | |

T4 L 肌张力

| 组别 | 0.2 kg 位移 干预前 | 0.2 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.5 kg 位移 干预前 | 0.5 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.8 kg 位移 干预前 | 0.8 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 按压 3 次组 | 6.08（5.08，8.50） | 5.91（5.31，6.34） | -0.11 | 0.917 | 7.59（6.91，11.58） | 6.91（6.68，7.69） | -1.15 | 0.249 | 9.10（7.85，13.42） | 7.88（7.42，8.30） | -1.36 | 0.173 |
| 按压 5 次组 | 5.73（5.30，6.54） | 5.34（4.70，6.16） | -0.94 | 0.345 | 7.43（7.09，8.47） | 7.32（6.17，8.23） | -0.52 | 0.600 | 8.35（8.08，9.47） | 8.36（7.42，9.34） | -0.31 | 0.753 |
| 按压 7 次组 | 6.69（6.07，8.15） | 8.04（7.32，8.27） | -1.78 | 0.075 | 8.74（7.91，9.34） | 8.83（8.42，9.04） | -0.31 | 0.753 | 9.37（8.65，10.16） | 9.46（8.81，9.71） | -0.31 | 0.753 |
| $H$ 值 | 3.42 | 8.19 | | | 4.39 | 7.45 | | | 1.63 | 7.10 | | |
| $P$ 值 | 0.181 | 0.017 | | | 0.111 | 0.024 | | | 0.444 | 0.029 | | |

T4 R 肌张力

| 组别 | 0.2 kg 位移 干预前 | 0.2 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.5 kg 位移 干预前 | 0.5 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 0.8 kg 位移 干预前 | 0.8 kg 位移 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 按压 3 次组 | 4.94（3.62，6.23） | 6.50（5.76，6.77） | -1.57 | 0.116 | 6.62（6.17，10.91） | 7.52（7.16，8.43） | -0.31 | 0.753 | 7.81（7.62，11.78） | 8.27（7.92，9.05） | -0.31 | 0.753 |
| 按压 5 次组 | 5.69（5.46，6.93） | 4.81（4.40，5.35） | -1.99 | 0.046 | 7.57（7.50，8.48） | 6.62（5.92，7.39） | -1.99 | 0.046 | 8.77（8.46，9.75） | 7.65（6.84，8.91） | -1.78 | 0.075 |
| 按压 7 次组 | 6.51（5.12，8.19） | 7.71（7.40，8.47） | -1.57 | 0.116 | 8.20（7.08，9.41） | 8.39（8.14，9.74） | -0.94 | 0.345 | 8.81（8.03，9.96） | 8.94（8.58，10.41） | -0.52 | 0.600 |
| $H$ 值 | 3.17 | 14.75 | | | 1.63 | 10.54 | | | 1.06 | 5.00 | | |
| $P$ 值 | 0.205 | 0.001 | | | 0.444 | 0.005 | | | 0.587 | 0.082 | | |

表 3 三组压痛阈值比较〔$M$（$P_{25}$，$P_{75}$）〕

Table 3 Comparison of the pressure pain threshold of three groups

| 组别 | 例数 | T3 L 痛阈 | | | | T3 R 痛阈 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 干预前 | 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 干预前 | 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 |
| 按压 3 次组 | 6 | 56.10（30.45，62.30） | 32.55（18.83，38.45） | -2.20 | 0.028 | 52.55（33.70，62.23） | 36.85（27.68，48.30） | -2.00 | 0.046 |
| 按压 5 次组 | 6 | 36.70（26.65，61.78） | 29.50（25.65，39.28） | -1.78 | 0.075 | 41.00（26.15，61.78） | 37.30（25.40，45.56） | -1.57 | 0.116 |
| 按压 7 次组 | 6 | 47.85（33.13，55.15） | 23.60（14.30，34.20） | -2.20 | 0.028 | 56.20（43.70，60.78） | 34.15（23.35，39.23） | -2.00 | 0.046 |
| $H$ 值 | | 0.93 | 0.81 | | | 0.36 | 0.92 | | |
| $P$ 值 | | 0.628 | 0.667 | | | 0.776 | 0.630 | | |

| 组别 | T4 L 痛阈 | | | | T4 R 痛阈 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 干预前 | 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 | 干预前 | 干预后 | $Z$ 值 | $P$ 值 |
| 按压 3 次组 | 52.30（33.80，61.78） | 35.95（26.08，44.60） | -2.21 | 0.027 | 55.05（37.13，62.30） | 38.40（33.83，45.85） | -2.00 | 0.046 |
| 按压 5 次组 | 43.10（25.63，61.78） | 39.45（29.75，44.00） | -0.94 | 0.345 | 47.35（29.63，61.78） | 40.90（30.38，47.23） | -1.57 | 0.116 |
| 按压 7 次组 | 49.35（37.70，57.85） | 29.00（21.15，41.80） | -1.78 | 0.075 | 54.25（37.83，61.60） | 35.30（20.63，45.08） | -1.57 | 0.116 |
| $H$ 值 | 0.36 | 1.14 | | | 0.59 | 0.71 | | |
| $P$ 值 | 0.837 | 0.57 | | | 0.774 | 0.700 | | |

血泣，卫气去，故曰虚，虚者聂辟气不足，按之则气足以温之，故快然而不痛。”按法可以使气足能温煦营血，故按法发挥作用则卫气充实，营血畅行，身体温度提升，进而疼痛缓解，即“按至则热气至”。手法的治疗不仅通过力学发挥作用，还可以提升局部组织的温度，从生物热物理学方面起作用[17]。人体的不同器官各有其固有振动频率，当手法力的次数与局部施治组织的固有频率相接近或近似相等时，就会发生生物共振效应，使手法力向组织传递的深度达到最大值，推拿手法的渗透作用及温热效应的产生与手法振动引起患者的受迫振动有关，此时患者就感到了手法传入身体组织的某一深度，可能产生温热而起治疗作用[17]。人体自身是一个天然的红外线源，可连续发射出波长在 1~30 μm 的红外线光谱。肌肉、肌腱、肌筋膜、韧带、椎间盘、关节、滑囊等结构的急、慢性损伤致使相应的血液循环、代谢乃至神经结构和功能的变化，会使得人体患处辐射的红外线能量发生相应的改变，利用红外线热成像技术可精确地将上述改变定位、定性、定量地记录并以图像直观地提供给相关人员[18]。

有研究发现推拿的信号能量随手法生物力学因素如手法时间和频率的变化而变化[18-19]。虽然现代医学对手法镇痛机制与热效应研究已取得一些成果，如推拿可通过降低外周伤害性 c- 纤维活性水平起镇痛作用[20]，拇指按压法的拇指压力与拇指温度共同影响热效应[21]。但是关于脊柱调整手法治疗作用的生物力学 - 热效应 - 疗效相关性缺少探讨。岭南林氏正骨推拿操作手法次数以下压及扳动以 3~7 次作为次数的常用范围，该手法能简便、快捷调整脊柱生物力学平衡，究竟次数与热效应 - 疗效的关系如何值得探究。

3.2 不同次数 - 热效应 - 疗效的生物热物理学评价

在关节松动术中，Ⅳ级关节松动术为关节运动的末端小幅度运动，其操作产生的抗痛觉过敏包括血清素和去甲肾上腺素的下行抑制作用、一氧化氮合酶的免疫组化表达等[22-23]。研究表明，手法不同力量的大小、方向与疗效呈相关性[24]。

在岭南林氏正骨推拿手法的缓慢扳动技术中，研究者强调治疗者手法贴实、压紧或非压紧目标关节，当处于在关节被动活动或主动的终末端，小幅度，缓慢扳动（按压）关节，并且每次活动关节要接触到关节活动的终末端，还要感觉到关节周围软组织的弹性以及抵抗感。相当于关节松动术操作强度分级中的Ⅳ级，针对不耐疼痛的年轻患者或者身材瘦小女性患者或者配合快速扳动后再行缓慢扳动的壮实患者。

根据白彤彤[25]研究，体质在生理或者病理情况下表现的一种倾向性反映人体敏感点，该体质敏感特征区域在疾病过程中易呈现功能状态的改变从而被红外热成像提取描述。在本研究中，可能是因为胸椎小关节紊乱的患者背部区域不存在敏感点，受到刺激时非体质敏感特征区域内的温度维持相对稳定，在热图信息上不易出现凉偏离或热偏离。

不同的手法频率能够与其所接近人体各部位的固有频率发生共振从而引发生物谐振，最终发挥良好的手法渗透作用。杜翼文等[26]实验表明，频率为 50~100 次 /min 的摩法对脾虚家兔红细胞花环率的影响结果不具有统计学意义，而 101~150、151~120 次 /min 均具有统计学意义，为提高脾虚家兔免疫状态的有效频率段；方淡思等[27]对 60 例外感发热小儿施以不同频率清天河水手法治疗，治疗后低频组体温与治疗前相比不具有统计学意义，而中频组与高频组均能有效降低患儿体温。本研究结果中手法治疗前后患者后背部温度未明显改善，可能是因为

本研究的手法频率尚未达到引起温度明显变化的刺激量阈值。

本研究数据表明，3、5、7次的次数－热效应无统计学差异，可能是本研究手法属于低速度、低振幅，不是推拿手法的揉法、摩法等作用时间较长的手法，流派手法可松动长期粘连的关节，但该手法与患者身体的接触时间较短，而热成像技术的产热需要一定的作用时长[28]，可能为导致热成像无差异的原因之一。在红外线热成像技术辅助定位上，谢桂鑫等[29]运用红外线热成像技术检测腰背肌筋膜触发点，节省了因经验问题寻找肌筋膜触发点而降低治疗腰背肌筋膜疼痛综合征有效率，由此可以得出疼痛也会导致腰背肌局部温度升高。而接触类手法的红外线热成像难以确认是即时的疼痛刺激反应还是良性温热效应，至今未见明确标准，是目前存在的关键问题。

而对于肌张力测定，本研究的测定仪使用频率较高，已经过大量临床验证[30]。同时肌张力的增高与疼痛关系密切，如针刀松解原理之一即降低软组织的肌张力[28,31]，然而治疗前后，肌张力三组在干预后存在统计学差异，可能与手法主要按压在棘突之间，其通过棘突的渗透力调整关节突关节的平衡而手法作用于两侧软组织较少有关，另外人体软组织是一种黏弹性组织，具有应力－应变曲线滞后、应力松弛和蠕变3个特点，由于测量的数值是各层软组织的综合张力，软组织张力测量仪通过加压反应深部张力与单层组织张力。但未来需要更加精密的仪器判断流派手法镇痛机制是否通过改变两侧肌张力起治疗作用。

在痛阈的测定上，主要是痛阈测定仪的机械性刺激和胸椎的解剖结构的因素影响，团队曾运用肌张力、痛阈检测手法干预腰部疾病的疼痛情况，其治疗后数值与治疗前相比下降[32]。同样的，在本研究中治疗后的痛阈较治疗前低。疼痛是一种不愉快的情绪化状态，是对受记忆、情绪、病理、遗传和认知因素影响的伤害性输入的解释[33]。通过激活C纤维伤害感受器，伤害性刺激已经诱导了伤害感受系统的中枢可塑性，该系统随后能够对伤害区域之外的刺激和之前没有激活伤害感受系统的低阈值传入作出反应，产生疼痛[34]。胸椎关节突关节具有高度的神经支配，神经末梢分布于软骨下骨、滑膜、滑膜皱襞和关节囊，积极支持疼痛的传递[3,35]。关节突关节囊及其周围结构充满了痛觉感受器，当关节囊被拉伸或受到局部压力时，痛觉感受器就会激发，机械刺激小关节及其神经供应已被证明会引起背部疼痛[36]。本研究使用的痛阈测定方法是将稍尖锐的一端在志愿者指定部位用力按压。这种按压作为一种伤害性刺激，且胸椎小关节周围有较多的痛觉感受器，志愿者在第一次测量后再进行第二次测量，此时可能更容易引起疼痛，使测量出来的阈值降低。压痛测定仪是以患者的主观感受为主，由患者主动按下暂停键，此时的值为痛阈值。每个人对疼痛的忍受程度不同，参考点存在不足。在解剖角度上，由于肋骨和胸骨限制了胸椎潜在的运动，胸椎产生的前后向运动的幅度减小，从而容易引起对周围软组织或神经感受器产生挤压，而容易引起疼痛。而试验过程中按压3次组干预前后有统计学意义，这提示着未来还需要深入分析各次数对应的效应差异。

近年来为了进一步标准化推拿手法，许多学者针对性地深入探讨研究推拿手法的热效应。红外热像技术能够有效地反映辐射部位细胞、组织的温度，反映皮肤组织下气血流动情况以及代谢情况，因此作为可量化指标被广泛应用在推拿领域，特别是结合力学参数以期探索建立推拿客观标准[17]。如赵毅等[37]应用调节红外探测仪检测不同资历推拿师实施掌振法后受试区域附近的温度变化，探索振法生理效应、频率、时间以及疗效；严晓慧等[38]应用红外线测温仪观察实施掌擦法时力学特性与局部皮肤温度的关系，探索热效应与力学参数的联系；李武等[39]应用医用红外热像仪探讨不同按压力度和时间后按法作用部位的温度变化，探索热效应变化与力学参数之间的规律。本团队也曾通过临床研究，表明手法治疗胸椎小关节错缝所致咔哒声响并不是代表复位成功，声响和即时镇痛疗效评定标准没有必然联系，而棘突错动感和疼痛缓解密切相关[40]，在本研究中，补充了通过红外热断层成像技术检测手法作用解剖面温度的方式，来进一步了解周围软组织热效应和判断推拿的效果。

按法可以使气足能温煦营血，故按法发挥作用则卫气充实，营血畅行，身体温度提升，进而疼痛缓解，即“按之则热气至”。手法治疗可以加快血液循环、提高新陈代谢，显著降低促炎性细胞因子肿瘤坏死因子α（TNF-α）、白介素1β（IL-1β）的表达，以此达到镇痛的作用[41]；通过松解粘连的软组织，消除挛缩组织对神经血管的压迫，调节血管微循环，从而改善软组织肌张力以缓解疼痛。由此，按法产生的“热气至”能够改善血流状况从而降低患处的疼痛、改善患处软组织张力，即“热气至则痛止”“快然而不痛”。因此，团队在研究中选用热效应作为主要研究指标，反映软组织张力的肌张力和反映疼痛敏感度的痛阈则作为配合指标来辅助量化手法治疗的疗效。

本次试验为红外线热成像技术与推拿的结合提供参考，但仍存在以下问题：（1）本试验样本量较小的情况下，下一阶段可加大样本量进行研究；（2）由于个体差异，患者在治疗前红外线热成像水平一致的情况下，手法后红外线热成像系统的热量响应可能因人而异，有待进一步根据体质分层研究。因此今后需借助更为精密的实验

设备，大样本多层次研究林氏正骨推拿的生物力学－热效应－疗效的相关性，进一步推动林氏手法的基础研究。

作者贡献：黄帆提出概念、审核方法学；黄嘉莹、黄芊莹进行数据管理；黄帆、黄芊莹进行研究设计；黄帆、吴山、郑贝思提供资金资助；黄帆、黄嘉莹进行软件处理；黄帆、郑贝思、黄嘉莹、黄芊莹撰写原稿；林嬿钊、范志勇审查和编辑写作。

本文无利益冲突。

**参考文献**


[1] 李锋，宋跃明，方忠，等. 脊柱小关节骨关节炎诊治专家共识[J]. 骨 科，2018，9（6）：417–422. DOI：10.3969/j.issn.1674–8573.2018.06.001.

[2] ZHOU K L，DONG S，JI W，et al. Effects of massage therapy for patients with thoracic facet joint disorders：a protocol for systematic review and meta–analysis［J］. Medicine （Baltimore），2020，99（49）：e23480. DOI：10.1097/MD.0000000000023480.

[3] O'LEARY S A，PASCHOS N K，LINK J M，et al. Facet joints of the spine：structure–function relationships，problems and treatments，and the potential for regeneration［J］. Annu Rev Biomed Eng，2018，20：145–170. DOI：10.1146/annurev–bioeng–062117–120924.

[4] MANCHIKANTI L，KAYE A D，SOIN A，et al. Comprehensive evidence–based guidelines for facet joint interventions in the management of chronic spinal pain：American society of interventional pain physicians （ASIPP） guidelines facet joint interventions 2020 guidelines［J］. Pain Physician，2020，23（3S）：S1–127.

[5] 范志勇，蔡敏. 吴山诊治筋伤学术思想及临证经验［M］. 北京：科学出版社，2019：52.

[6] WEERAPONG P，HUME P A，KOLT G S. The mechanisms of massage and effects on performance，muscle recovery and injury prevention［J］. Sports Med，2005，35（3）：235–256. DOI：10.2165/00007256–200535030–00004.

[7] 闫越. 正骨推拿疗法治疗腰椎间盘突出症效果及对患者临床症状的影响分析［J］. 中医临床研究，2018，10（34）：84–85. DOI：10.3969/j.issn.1674–7860.2018.34.032.

[8] 程波敏，吴海滨，尹霖，等. 红外热成像技术在中医“治未病”思想中的应用概况［J］. 红外，2019，40（4）：29–34. DOI：10.3969/j.issn.1672–8785.2019.04.005.

[9] Infrared thermography：a non–invasive window into thermal physiology［J］. Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol，2016，202：78–98. DOI：10.1016/j.cbpa.2016.02.022.

[10] 宋其良，何贵强，郭灵常，等. 手法治疗胸椎小关节紊乱症疗效观察［J］. 中国康复理论与实践，2004，10（10）：629–630. DOI：10.3969/j.issn.1006–9771.2004.10.029.

[11] HOPEWELL S，CLARKE M，MOHER D，et al. CONSORT for reporting randomized controlled trials in journal and conference abstracts：explanation and elaboration［J］. PLoS Med，2008，5（1）：e20. DOI：10.1371/journal.pmed.0050020.

[12] 王继红，龚利. 推拿学［M］. 2版. 上海：上海科学技术出版社，2019：150–151.

[13] PAGÉ I，DESCARREAUX M. Effects of spinal manipulative therapy biomechanical parameters on clinical and biomechanical outcomes of participants with chronic thoracic pain：a randomized controlled experimental trial［J］. BMC Musculoskelet Disord，2019，20（1）：29. DOI：10.1186/s12891–019–2408–4.

[14] MASIERO S，PIGNATARO A，PIRAN G，et al. Short–wave diathermy in the clinical management of musculoskeletal disorders：a pilot observational study［J］. Int J Biometeorol，2020，64（6）：981–988. DOI：10.1007/s00484–019–01806–x.

[15] GOULD H M，ATKINSON J H，CHIRCOP–ROLLICK T，et al. A randomized placebo–controlled trial of desipramine，cognitive behavioral therapy，and active placebo therapy for low back pain［J］. Pain，2020，161（6）：1341–1349. DOI：10.1097/j.pain.0000000000001834.

[16] 杨土保. 医学科学研究与设计［M］. 2版. 北京：人民卫生出版社，2013：283.

[17] 安光辉，姚斐，赵毅. 浅谈推拿手法热效应研究的现代意义［J］. 中国民族民间医药，2011，20（24）：38. DOI：10.3969/j.issn.1007–8517.2011.24.027.

[18] MOURAD F，DUNNING J，ZINGONI A，et al. Unilateral and multiple cavitation sounds during lumbosacral spinal manipulation［J］. J Manipulative Physiol Ther，2019，42（1）：12–22. DOI：10.1016/j.jmpt.2018.08.002.

[19] DUNNING J，MOURAD F，BARBERO M，et al. Bilateral and multiple cavitation sounds during upper cervical thrust manipulation［J］. BMC Musculoskelet Disord，2013，14：24. DOI：10.1186/1471–2474–14–24.

[20] JIANG S C，ZHANG H，FANG M，et al. Analgesic effects of Chinese Tuina massage in a rat model of pain［J］. Exp Ther Med，2016，11（4）：1367–1374. DOI：10.3892/etm.2016.3055.

[21] 李武. “按之则热气至”理论内涵及效应机制探讨［D］. 长沙：湖南中医药大学，2019.

[22] DUNHAM C L，STEENBOCK H，BRINCKMANN J，et al. Increased volume and collagen crosslinks drive soft tissue contribution to post–traumatic elbow contracture in an animal model［J］. J Orthop Res，2021，39（8）：1800–1810. DOI：10.1002/jor.24781.

[23] HAN L，ZHAO P，HAN X，et al. Analgesic effects of two types of spinal manipulation in acute lumbar radiculopathy model rats［J］. Chin J Integr Med，2022，28（6）：518–523. DOI：10.1007/s11655–021–3276–y.

[24] ESTÉBANEZ–DE–MIGUEL E，CAUDEVILLA–POLO S，GONZÁLEZ–RUEDA V，et al. Ultrasound measurement of the effects of high，medium and low hip long–axis distraction mobilization forces on the joint space width and its correlation with the joint strain［J］. Musculoskelet Sci Pract，2020，50：102225. DOI：10.1016/j.msksp.2020.102225.

[25] 白彤彤. 中医体质红外热成像特征提取方法学探讨及实验验证研究［D］. 北京：北京中医药大学，2018.

[26] 杜翼文，王继红，黎其通. 不同频率摩腹对脾虚家兔红细胞花环率影响研究［J］. 辽宁中医药大学学报，2017，19（7）：107–110. DOI：10.13194/j.issn.1673–842x.2017.07.028.

[27] 方淡思，许丽. 不同频率清天河水手法治疗小儿外感发热临

床观察［J］. 中医儿科杂志，2022，18（4）：83-86. DOI：10.16840/j.issn1673-4297.2022.04.21.
［28］于栋，吴俊德，陈兆军，等. 软组织张力与疼痛关系的研究进展［J］. 中医正骨，2015，27（2）：70-72.
［29］谢桂鑫，刘建航，高倩倩，等. 基于红外线热成像技术定位针刺肌筋膜触发点治疗腰背肌筋膜疼痛综合征的临床疗效［J］. 中华全科医学，2020，18（12）：2086-2089，2161. DOI：10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.001695.
［30］张心培，刘楠，周谋望. 肌张力评定方法的研究进展［J］. 中国康复医学杂志，2021，36（7）：873-880. DOI：10.3969/j.issn.1001-1242.2021.07.022.
［31］朱汉章. 针刀医学原理［M］. 北京：人民卫生出版社，2002：50.
［32］李涛. 点穴治疗腰椎间盘突出症的临床研究及对大鼠退变椎间盘 Wnt 通路的影响［D］. 广州：广州中医药大学，2021.
［33］TRACEY I，MANTYH P W. The cerebral signature for pain perception and its modulation［J］. Neuron，2007，55（3）：377-391. DOI：10.1016/j.neuron.2007.07.012.
［34］LATREMOLIERE A，WOOLF C J. Central sensitization：a generator of pain hypersensitivity by central neural plasticity［J］. J Pain，2009，10（9）：895-926. DOI：10.1016/j.jpain.2009.06.012.
［35］ATLURI S，DATTA S，FALCO F J，et al. Systematic review of diagnostic utility and therapeutic effectiveness of thoracic facet joint interventions［J］. Pain Physician，2008，11（5）：611-629.
［36］COHEN S P，RAJA S N. Pathogenesis，diagnosis，and treatment of lumbar zygapophysial（facet）joint pain［J］. Anesthesiology，2007，106（3）：591-614. DOI：10.1097/00000542-200703000-00024.
［37］赵毅，孙鹏，郑娟娟，等. 推拿掌振法对局部皮肤温度场红外热像的影响［J］. 辽宁中医杂志，2007，34（11）：1624-1626. DOI：10.13192/j.ljtcm.2007.11.123.zhaoy.004.
［38］严晓慧，严隽陶，龚利，等. 掌擦法运动生物力学与热效应研究［J］. 中国中医基础医学杂志，2018，24（1）：56-59，86. DOI：10.19945/j.cnki.issn.1006-3250.2018.01.022.
［39］李武，蒋全睿，艾坤，等. 指按法操作参数理论探讨及力学分析［J］. 中华中医药杂志，2019，34（12）：5700-5702.
［40］范志勇，查和萍，李义凯，等. 手法治疗胸椎小关节错缝所致咔哒声响与即时镇痛疗效的相关性研究［J］. 中国骨伤，2011，24（1）：21-24. DOI：10.3969/j.issn.1003-0034.2011.01.007.
［41］赵明宇，姬亚飞，黄桂成，等. 腰腹联合手法治疗腰椎间盘突出症的生化指标分析［J］. 中国中医骨伤科杂志，2014，22（8）：12-14.

（收稿日期：2022-09-14；修回日期：2023-03-15）
（本文编辑：贾萌萌）